Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Québec **Réponse des Sciences 2018/025**

EFFETS POTENTIELS DES PROJETS DE CONSTRUCTION DE TERMINAUX MARITIMES DANS LE FJORD DU SAGUENAY SUR LE BÉLUGA DU SAINT-LAURENT ET SON HABITAT

Contexte

La construction de deux nouveaux terminaux maritimes est prévue en amont du fjord du Saguenay. On prévoit construire un terminal en rive nord, dans le secteur de Sainte-Rose-du-Nord (projet de l'Administration portuaire du Saguenay), et un deuxième, à proximité du terminal maritime de Grande-Anse, dans l'arrondissement de La Baie de la ville de Saguenay (projet Énergie Saguenay). La présence de ces deux terminaux augmenterait le volume du trafic maritime sur le Saguenay par 300 navires, faisant passer le trafic maritime sur le fjord du Saguenay de 225 navires par année en 2016 à 525 par année une fois ces ports en opération. L'accroissement du trafic prévu au quai de Grande-Anse et au quai de Bagotville pour 2030 ajouterait 110 autres navires. Le total de 635 navires ou 1270 transits par année, correspond à un accroissement par un facteur de 2,8 du nombre de navires sillonnant le Saguenay.

Les deux nouveaux terminaux seraient construits à la limite nord de l'aire de répartition du béluga de l'estuaire du Saint-Laurent (ESL) dans le Saguenay. Pour atteindre les nouveaux terminaux, les navires devront inévitablement traverser des habitats de grande importance pour le béluga, notamment son habitat essentiel tel que défini dans le programme de rétablissement.

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences par la Direction régionale de la gestion des écosystèmes (DRGÉ) auprès de la Direction régionale des Sciences (DRS) pour évaluer les effets potentiels des projets de construction de terminaux maritimes dans le fjord du Saguenay sur le béluga de l'estuaire du Saint-Laurent et son habitat. Les questions spécifiques de la DRGÉ sont :

Question 1. Indiquer si l'augmentation associée au trafic maritime causée par le(s) projet(s) risque de (conclure sur le niveau de risque par « nul, faible ou élevé ») :

a) nuire aux bélugas (individus) et le cas échéant ;
b) mettre en péril la survie ou le rétablissement de la population de bélugas ?
c) Si pertinent, préciser quelle fonction du cycle vital sera touchée, comment elle le sera, et durant quelle période de l'année ; veuillez mentionner s'il y a des secteurs plus à risques.

Question 2. Aucune mesure d'atténuation pouvant être réalisée par le promoteur n'a été présentée dans l'étude d'impact mise à part la participation de ce dernier au comité du Groupe de travail sur le transport maritime et la protection des mammifères marins dans l'estuaire du Saint-Laurent (G2T3M) du comité de concertation sur la navigation du Plan d'action Saint-Laurent. Veuillez préciser quelles mesures d'atténuation permettraient d'éviter le cas échéant de :

a) mettre en péril la survie ou le rétablissement de la population de bélugas et
b) de nuire aux bélugas (individus).

c) Veuillez préciser dans quelle mesure ces mesures d'atténuation permettraient de réduire le niveau de risque en a) et en b) (conclure sur le niveau de risque par « nul, faible ou élevé »)

Question 3. D'autres espèces de mammifères marins dans le fjord du Saguenay et l'estuaire du Saint-Laurent sont-elles susceptibles d'être touchées par l'augmentation du trafic maritime causée par le(s) projet(s) ?

a) Si oui, quelles espèces ?
b) L'évaluation des risques et les mesures d'atténuation prévues pour le béluga s'appliquent-elles à ces espèces ? Sinon, quels seraient les effets et les mesures d'atténuation appropriées ?

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences de janvier 2018 sur les effets potentiels des projets de construction de terminaux maritimes dans le fjord du Saguenay sur le béluga du Saint-Laurent et son habitat.

Renseignements de base

État actuel de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent (ESL)

Il existe au Canada au moins sept populations de bélugas (*Delphinapterus leucas*). Celle occupant l'ESL est située à la limite la plus au sud de la distribution circumpolaire de cette espèce arctique. Décimée par une chasse excessive, cette population était considérée jusqu'à récemment "menacée" par le Comité sur la Situation des Espèces en Péril au Canada (COSEPAC 2004). Toutefois, des mortalités anormales de jeunes bélugas depuis 2008 ont mené à une réévaluation de l'état de cette population en 2013 (MPO 2014) et à une réévaluation du statut de cette population par le COSEPAC qui est depuis considérée "en voie de disparition" (COSEPAC 2014). La population de l'ESL comptait environ 900 individus lors de la dernière évaluation en 2012 (MPO 2014).

La population de béluga de l'ESL apparaît à l'annexe 1 de la *Loi sur les Espèces en Péril au Canada*. Son habitat essentiel a été identifié et récemment légalement protégé ; il correspond à la zone occupée par les femelles accompagnées de veaux et de juvéniles durant la période de juin à octobre (MPO 2012) (Canada-Gazette 2016) (Figure 1). Cette zone comprend la portion aval du fjord du Saguenay depuis son embouchure jusqu'à la baie Sainte-Marguerite, l'ensemble de l'estuaire moyen situé entre l'Île-aux-Coudres et l'embouchure du fjord du Saguenay, ainsi que les eaux de la portion sud de l'estuaire maritime s'étendant à l'est jusqu'à Saint-Fabien-sur-Mer. Les secteurs du fjord du Saguenay et de son embouchure qui sont concernés par la présente demande d'avis, font donc partie de l'habitat désigné essentiel pour le béluga de l'ESL.

L'objectif de rétablissement à long terme de la population est d'atteindre un effectif de 7 070 individus (MPO 2012). Toutefois, une récente analyse de viabilité de cette population conclut qu'il est peu probable dans le contexte du réchauffement du climat, que cet objectif soit atteignable, même en considérant les plus optimistes scénarios de gestion des principales menaces au rétablissement, soit (sans ordre particulier) le bruit/dérangement, les polluants organochlorés persistants et la disponibilité réduite de nourriture (Williams *et al.* 2017).

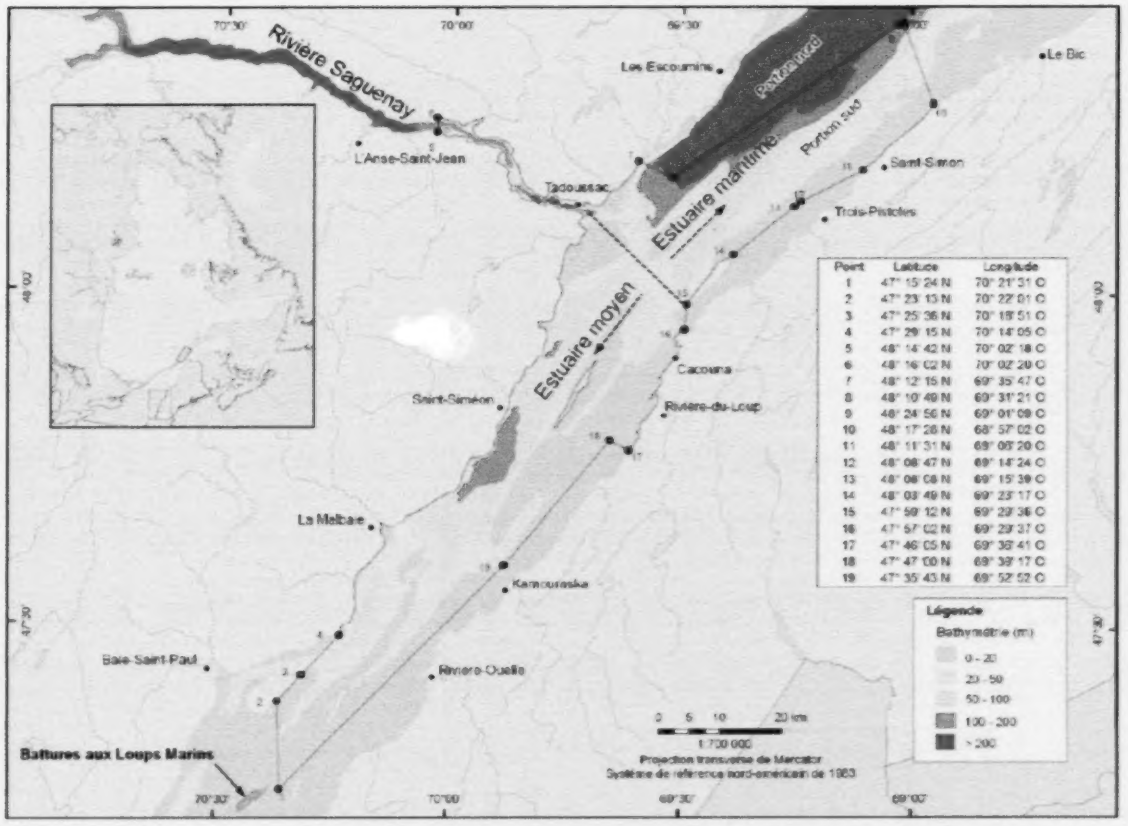

Figure 1: Habitat essentiel du béluga du Saint-Laurent, délimité par le polygone rouge. Tiré du Plan de rétablissement du béluga du Saint-Laurent (MPO 2012).

Répartition et utilisation de l'habitat par le béluga de l'ESL

L'aire de répartition actuelle du béluga de l'ESL représente environ 65 % de ce qu'elle était historiquement et est l'une des plus petites décrites chez cette espèce (Mosnier *et al.* 2010). Le centre de la répartition est situé dans l'ESL, mais son étendue varie saisonnièrement. De juin à octobre, les aires hautement fréquentées par le béluga incluent un ensemble d'aires utilisées de manière récurrente et réparties dans le fjord du Saguenay, l'ensemble de l'estuaire moyen et le tiers amont de l'estuaire maritime, du côté nord comme du côté sud (Lemieux Lefebvre *et al.* 2012, Mosnier *et al.* 2016). Des relevés effectués en août et début septembre au fil des années supportent l'idée que la population se concentre l'été dans l'estuaire du Saint-Laurent, depuis la Batture-aux-Loups-Marins jusqu'à Rimouski et jusqu'à la baie Sainte-Marguerite dans le fjord du Saguenay (Figure 1) (Michaud 1993, Lawson and Gosselin 2009, Gosselin *et al.* 2017).

Les données disponibles actuellement ne permettent toutefois pas de faire une évaluation quantitative des variations de la distribution de la population de bélugas du Saint-Laurent au cours de l'année. Les données existantes en dehors de la période de juin à octobre suggèrent que la distribution des bélugas s'étend vers l'estuaire maritime et le nord-ouest du golfe (Sears et Williamson 1982, Boivin et INESL 1990, Michaud et Chadenet 1990). Le moment où surviennent ces mouvements et la proportion de la population qui quitterait l'ESL vers l'est sont inconnues. Au printemps, la répartition spatiale des bélugas serait maximale et s'étendrait du secteur de l'Île-aux-Coudres dans l'estuaire moyen, jusqu'au nord-ouest du golfe du Saint-

Laurent, incluant l'embouchure du Saguenay (Mosnier *et al.* 2010; Conversano *et al.* 2017; J.-F. Gosselin, Pêches et Océans Canada, données inventaires saisonniers pluriannuels non publiées; Y. Simard, Pêches et Océans Canada, données acoustiques pluriannuelles non publiées). Les observations du Parc Marin à l'embouchure du Saguenay indiquent une fréquentation du secteur au printemps relativement similaire à l'été, mais une baisse de la fréquentation et du nombre moyen d'individus est notée en octobre et novembre (Conversano *et al.* 2017). Toutefois, l'information concernant le nombre de bélugas présents dans le Saguenay en dehors de la période de juin à octobre demeure fragmentaire.

La période de juin à septembre correspond à celle de la mise bas chez les bélugas de l'ESL. Bien que les fonctions associées aux diverses aires de haute fréquentation ne sont pas bien définies, ces zones servent vraisemblablement à une variété d'activités incluant l'alimentation, le repos, la socialisation et le soin des jeunes. La mise bas n'ayant jamais été observée chez un béluga en nature, peu importe la population, il n'est pas possible de définir des aires qui y sont spécifiquement associées. Néanmoins, comme l'habitat essentiel correspond à l'aire de distribution estivale des femelles accompagnées de juvéniles et de veaux, et que la mise bas survient durant cette période, on peut présumer que celle-ci survient dans certaines des aires de haute fréquentation (Mosnier *et al.* 2010, Mosnier *et al.* 2016).

Fréquentation du fjord du Saguenay par le béluga de l'ESL

Des suivis visuels systématiques ont été effectués par le personnel du Parc Marin Saguenay-Saint-Laurent pendant les étés 2003 à 2016 à deux sites fréquemment visités par le béluga : Pointe Noire à l'embouchure du Saguenay et la baie Sainte-Marguerite dans le fjord du Saguenay. Les résultats pour la période de 2003 à 2016 indiquent que le taux de fréquentation de la baie Sainte-Marguerite par les bélugas augmente de juin à juillet, et que les niveaux observés en juillet et août se maintiennent au moins jusqu'en septembre (Conversano *et al.* 2017, Figure 14). Sur la base des données récoltée en juillet et août, on estime la fréquentation de la baie Sainte-Marguerite par les bélugas à 66 % des jours et 44 % du temps total d'observation (de 6h00 à 20h00) (Conversano *et al.* 2017). Compte tenu de la distance séparant l'embouchure du Saguenay et la baie Sainte-Marguerite (environ 12 milles nautiques) et de la vitesse moyenne de nage des bélugas lorsqu'en transit (environ 3 à 3,5 noeuds), on estime à environ 7 à 8 h le temps nécessaire à un béluga pour faire un aller-retour à la baie Sainte-Marguerite et ressortir du Saguenay. Ceci s'ajoute à la période moyenne de résidence dans la baie Sainte-Marguerite ou d'autres habitats du fjord.

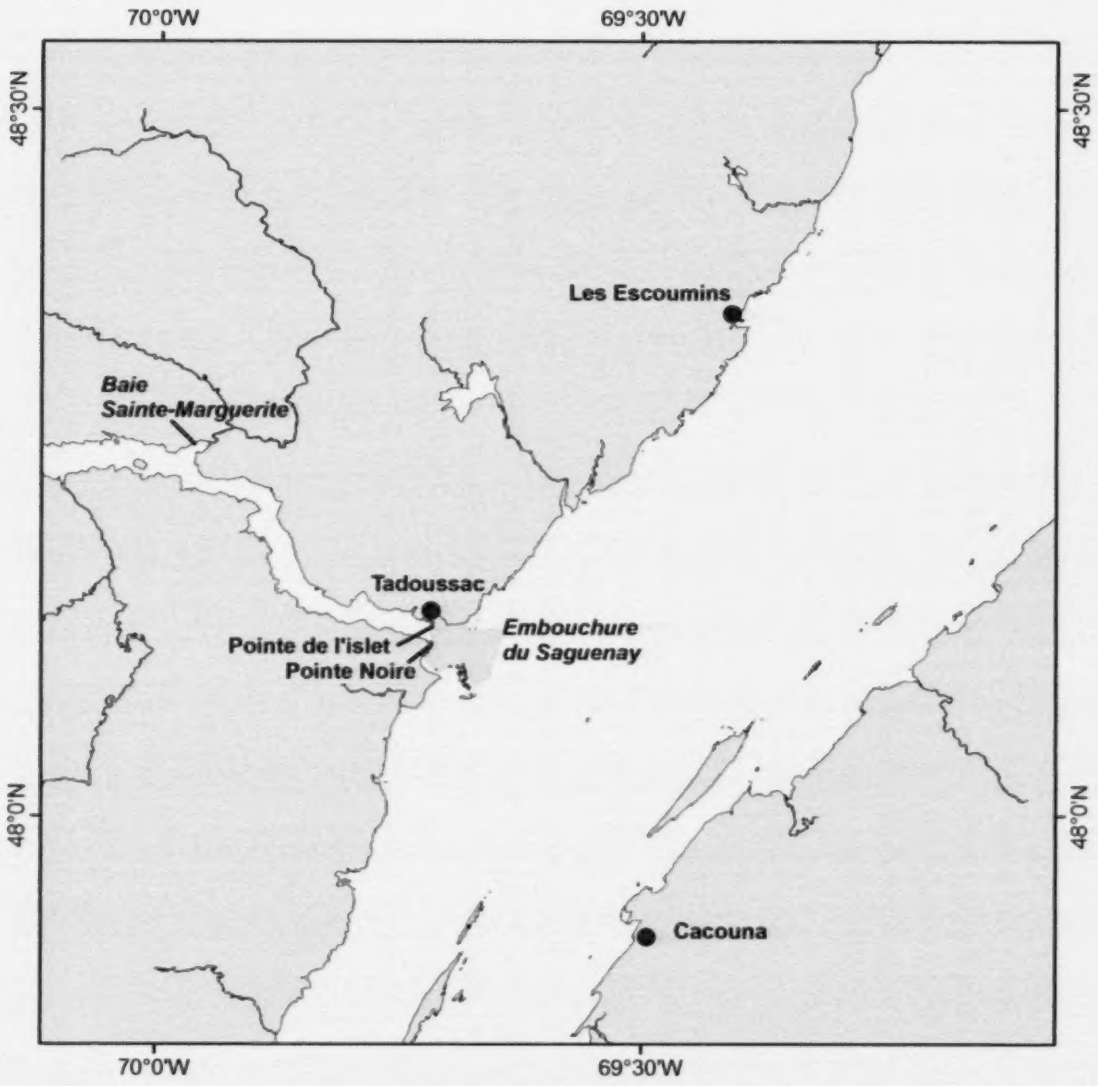

Figure 2: Carte l'estuaire du Saint-Laurent et du fjord du Saguenay montrant (en bleu) la région considérée comme l'embouchure du Saguenay en aval de Tadoussac et utilisée dans l'analyse des observations aériennes avec la méthode des kernels.

Dans le secteur de Pointe Noire à l'embouchure du fjord du Saguenay, les observations faites de mai à novembre révèlent un taux de fréquentation moyen de 86 % des jours et 48 % du temps total d'observation de 6h00 à 20h00 (Conversano *et al.* 2017, Tableau 3, Figure 14).

La taille moyenne des troupeaux (i.e., nombre d'individus détectés dans la zone d'étude) observés en juillet et août dans la baie Sainte-Marguerite, une aire relativement restreinte, varie entre 5,2 et 23,0 individus, avec des maxima oscillant entre 24 et 105 individus, ce qui correspond à une taille moyenne de troupeaux de 11,8 ± 4,2 individus (Conversano *et al.* 2017, Tableaux 4 et 6). La taille moyenne des troupeaux fréquentant le secteur de Pointe Noire à l'embouchure du fjord, un passage obligé vers la baie Sainte-Marguerite, est toutefois plus

faible que dans ce secteur et est établie à 5,9 ± 0,8 individus. Le nombre de bélugas fréquentant l'embouchure du fjord du Saguenay est susceptible d'excéder celui de la baie Sainte-Marguerite puisque des individus présents dans le secteur de l'embouchure, mais en aval et en amont de la zone d'observation de 3 km autour du point d'observation à Pointe Noire sont manqués, ou ne remontent pas nécessairement jusque dans la baie Sainte-Marguerite.

Le nombre moyen d'individus détectés varie avec l'heure de la journée entre 6h00 et 20h00, avec des nombres plus faibles après 15h00 à l'embouchure du Saguenay et des nombres plus élevés de 13h00 à 18h00 dans la baie Sainte-Marguerite. Le nombre d'individus détectés augmente avec le flot et diminue avec le jusant à l'embouchure du Saguenay et l'inverse est observé dans la baie Saint-Marguerite. La majorité des troupeaux fréquentant l'embouchure du Saguenay et la baie Sainte-Marguerite sont formés d'adultes (individus blancs) et de jeunes, dont certains comportent des veaux de l'année. Les statistiques disponibles pour juillet et août dans la baie Sainte-Marguerite, estiment que 91 % des troupeaux comprennent des juvéniles, et que 49 % des troupeaux s'y rendant incluent des veaux (Conversano *et al.* 2017).

À partir de 44 relevés aériens visuels et photographiques effectués de la mi-août au début septembre de 1988 à 2014 pour estimer l'abondance des bélugas dans l'ESL et dans le Saguenay (Gosselin *et al.* 2017), on estime qu'en moyenne 1,7 % (Écart-type = 1,3 %, Gamme: 0,3 – 4,2 %, n = 44 relevés) de la population fut détectée dans le fjord du Saguenay en amont de Tadoussac (de la Pointe Noire et la Pointe de L'islet). En combinant la méthode des kernels aux relevés du Saguenay, on estime qu'en moyenne 0,5 % (écart-type = 0,8 %, gamme: 0 – 2,5 %, n = 35 relevés) de la population fut détecté à l'embouchure du Saguenay en aval de Tadoussac, soit dans le chenal entre la batture aux Alouettes et la batture aux Vaches en aval de Tadoussac jusqu'au dernier seuil avant la tête du chenal Laurentien (données tirées de Gosselin *et al.* 2017, Mosnier *et al.* 2016). En additionnant ces valeurs, le pourcentage moyen de la population de l'ESL observée dans tout le fjord en incluant l'embouchure, correspond à 2,2 % (écart-type = 1,4 %, gamme : 0,3 – 4,4 %). En assumant une population d'environ 900 individus (Mosnier *et al.* 2015), on obtient un estimé de 19,8 individus présents en moyenne dans l'embouchure et le fjord du Saguenay en août. Cette valeur est relativement proche de la somme (17,7) des relevés moyens effectués à la baie Sainte-Marguerite (11,8 ± 4,2 individus) et à l'embouchure du fjord (5,9 ± 0,8 individus) pour la période 2003-2016 (Conversano *et al.* 2017, Tableaux 3, 4).

Fonction du fjord du Saguenay pour le béluga de l'ESL

Le fjord du Saguenay et son embouchure constituent un corridor de transit obligé pour atteindre la baie Sainte-Marguerite. L'embouchure et certains secteurs du Saguenay servent vraisemblablement à des fins d'alimentation. Les raisons qui amènent les bélugas dans le fjord du Saguenay et la baie Sainte-Marguerite, des eaux saumâtres et relativement douces, demeurent incertaines et pourraient inclure l'alimentation, la socialisation, le soin des jeunes et le repos (revue dans Mosnier *et al.* 2010). Son utilisation pour la mise-bas ne peut être exclue.

Autres espèces de mammifères marins dans le fjord du Saguenay

L'embouchure et le fjord du Saguenay sont également fréquentés par d'autres espèces de mammifères marins, notamment les petits rorquals (*Balaenoptera acutorostrata*) et les phoques communs (*Phoca vitulina*) qui y ont plusieurs sites d'échouerie (Robillard *et al.* 2005). Des hardes de phoques gris (*Halichoerus grypus*) sont également régulièrement observées dans l'embouchure, alors que des rorquals tels que le rorqual bleu (*Balaenoptera musculus*), le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) et le rorqual à bosse (*Megaptera novaeangliae*) sont occasionnellement répertoriés au large de l'embouchure (Kuker 2005, Conversano 2013; V. Lesage, Pêches et Océans Canada, obs. pers.). En hiver, des hardes de phoques du Groënland (*Pagophylus groenlandicus*) sont également régulièrement observées au large de

l'embouchure et dans la région des Escoumins avant (décembre à février) et après (mars à avril) la mise-bas (Sergeant 1991).

Ampleur et mécanismes d'effets du trafic maritime

Le trafic maritime peut affecter les écosystèmes aquatiques et leurs ressources biologiques via plusieurs séquences d'effets (voir liste dans MPO 2015). Celles-ci comprennent notamment les risques de contamination chimique, de déversement de produits dangereux, de collision et de modification de l'environnement sonore subaquatique. Ce dernier effet affecte de grandes zones autour d'un navire en transit (e.g. Aulanier *et al.* 2016a). Il est susceptible d'affecter particulièrement les mammifères marins parce qu'ils font un usage intensif des sons pour accomplir des fonctions vitales, telles la perception acoustique de leur environnement, la navigation, la communication et l'écholocation pour chasser leurs proies (e.g. Weilgart 2007, Gomez *et al.* 2016).

Collision

Un risque de collision existe lorsque les navires traversent des secteurs fréquentés par les mammifères marins. Ces événements et leur sévérité ont été documentés dans certaines régions du monde (van Waerebeek *et al.* 2007, van Waerebeek et Leaper 2008, Wiley *et al.* 2011, Silber *et al.* 2012). Toutefois, leur fréquence d'occurrence et leur conséquence pour les populations de mammifères marins sont sous-estimées puisque seule une faible proportion des collisions sont détectées ou rapportées (Laist *et al.* 2001, Jensen et Silber 2003, Panigada *et al.* 2006, van Waerebeek *et al.* 2007, van Waerebeek et Leaper 2008). Une étude concernant 14 espèces de cétacés dans le nord du golfe du Mexique suggère qu'en moyenne, seulement 2 % des mortalités naturelles ou accidentelles de mammifères marins en mer (suite à des collisions ou autres) sont répertoriées (Williams *et al.* 2011).

Les rapports de collisions laissent croire que la vulnérabilité aux risques de collision varie selon les espèces. Chez les cétacés, les principales espèces victimes de collisions seraient le rorqual commun, le rorqual à bosse, la baleine noire (*Eubalaena glacialis et E. australis*) et le cachalot macrocéphale (*Physeter macrocephalus)* (Laist *et al.* 2001, Jensen et Silber 2003, van Waerebeek *et al.* 2007, van Waerebeek et Leaper 2008). Les petits odontocètes tels que le béluga et les dauphins seraient vraisemblablement moins vulnérables aux collisions avec les navires de gros tonnage que les grands cétacés compte tenu de leur manœuvrabilité plus élevée, leur capacité auditive exceptionnelle, leur capacité d'écholocation et leur comportement social (la formation de groupes d'individus pouvant accroître les capacités de détection et d'évitement – assumant que l'évitement n'est pas contraint par les conditions locales telles que la glace)(Au et Perryman 1982, Wursig *et al.* 1998). Néanmoins, des collisions impliquant des petits odontocètes comme le béluga, le globicéphale (*Globicephala melonae*), l'épaulard (*Orcinus orca*) et les baleines à bec (*Mesoplodon* sp.) sont répertoriées dans les bases de données (Rossiter 2006, van Waerebeek *et al.* 2007; G. Silber, Office of Protected Resources, unpubl. MS), ce qui indique un certain niveau de vulnérabilité aux collisions.

La vitesse du navire est un facteur déterminant dans la sévérité de la collision (Vanderlaan et Taggart 2007, Beck *et al.* 2013, Conn et Silber 2013) (Figure 3). La probabilité d'une blessure fatale (Pr_{lethal}) pour un grand cétacé frappé par un navire se déplaçant à une vitesse variant de 8,6 à 15 nœuds augmente de 0,21 ou 0,55 à 0,79 selon la courbe de prédiction utilisée (Vanderlaan et Taggart 2007, Conn et Silber 2013). Au-delà de 15 nœuds, la probabilité d'une collision fatale approche 1 dans les deux modèles, indique une quasi-certitude de mortalité de l'animal. La valeur Pr_{lethal} diminue sous 0,5 à des vitesses variant entre 9 et 11,8 nœuds selon les modèles, et cette proportion devient très variable à des vitesses inférieures. Si cette relation est valide pour une variété de mammifères marins, alors les collisions qui surviennent avec des

cargos, tankers ou porte-containers qui transitent à leur vitesse habituelle sont vraisemblablement fatales.

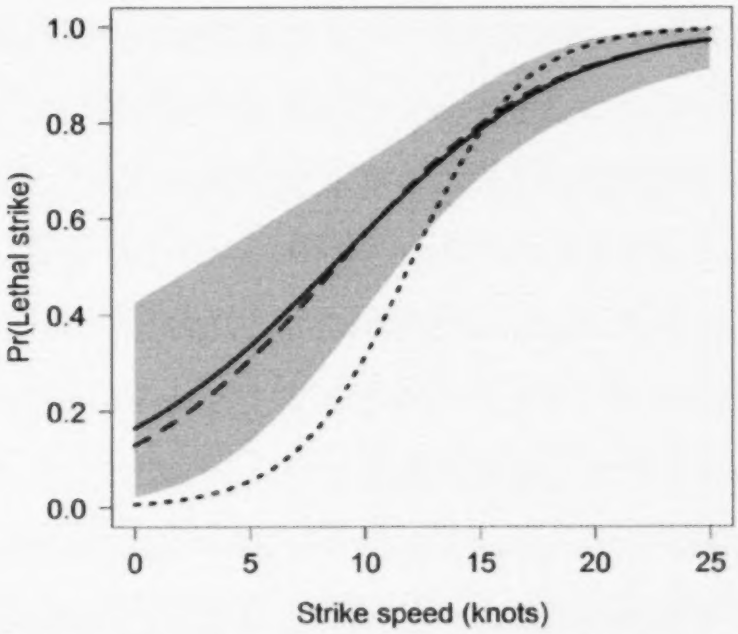

Figure 3: Tiré de Conn et Silber (2013). Selon les rapports disponibles mondialement, le risque de collisions pour les grands cétacés augmente avec la vitesse d'un navire. Les courbes pointillées et à trait long représentent les prédictions de Vanderlaan et Taggart (2007) et de Conn et Silber (2013) à partir d'une régression logistique; la courbe à trait continu représente l'estimation moyenne postérieure établie à partir d'une approche Bayesienne par Conn et Silber (2013). La zone grisée représente l'intervalle de crédibilité à 95 % autour du modèle Bayesien.

Déversement

Le trafic maritime peut également agir sur les mammifères marins par un accroissement des risques de déversement dont les effets sur la santé des mammifères marins ont été amplement documentés (Loughlin 1994) et le numéro spécial de 2017 (volume 33) de la revue scientifique Endangered Species Research pour les résultats de plusieurs études sur le sujet.

Bruit

Le béluga est un odontocète connu pour faire un grand usage des sons pour communiquer (Schevill et Lawrence 1949, Sjare et Smith 1986, Faucher 1988, Simard *et al.* 2010b, Le Bot *et al.* 2016) et sonder l'environnement par écholocation au moyen de son biosonar ultrasonique (Au 1993, Au et Hastings 2008, Roy *et al.* 2010). Son audiogramme montre qu'il peut aussi percevoir les sons sur une large bande de fréquences, de quelques 100 Hz à plus de 100 kHz, avec un maximum de sensibilité auditive entre 20 kHz et 80 kHz (Finneran *et al.* 2005, Erbe *et al.* 2016). Le bruit rayonné par la navigation dans l'environnement chevauche les bandes de fréquences audibles et utilisées par le béluga pour la communication et l'écholocation (Gervaise *et al.* 2012, Erbe *et al.* 2016).

Les effets du bruit sur les mammifères incluent des dommages à l'oreille interne causant des surdités temporaires ou permanentes (cf. Southall *et al.* 2007), ou du masquage des fonctions de perception sonore, de communication et d'écholocation (cf. Erbe *et al.* 2016). Ce dernier

effet est associé au bruit de la navigation, alors que les premiers sont reliés à de forts bruits impulsionnels. Pour déclencher une surdité à partir d'un bruit non impulsionnel pour des cétacés de sensibilité sonore du type du béluga, il faut dépasser un niveau d'exposition cumulé sur 24 h supérieur à 178 dB_{MF} re 1 μPa^2-s pour une surdité temporaire et 198 dB_{MF} re 1 μPa^2-s pour une surdité permanente (NOAA 2016). Ces niveaux sonores ne sont jamais atteints dans l'habitat du béluga du Saint-Laurent, même au centre névralgique de circulation maritime à l'embouchure du fjord où les traversiers opèrent continuellement ainsi que la flottille d'écotourisme pendant le jour, selon les mesures continues sur plus d'un mois réalisées à cet endroit par Gervaise *et al.* (2012).

Les effets de masquage (Erbe *et al.* 2016) et de dérangement (cf. Gomez *et al.* 2016) sont par contre possibles lors du passage des navires dans les aires utilisées par le béluga. La fréquence et la durée de ces altérations des conditions sonores ambiantes sont des indicateurs du potentiel de dérangement. Le bruit peut agir de deux manières sur les bélugas, soit en réduisant la durée des périodes plus silencieuses entre deux événements bruyants, et en augmentant le niveau de bruit ambiant de manière chronique en raison des distances élevées de propagation du bruit sous-marin rayonné par les navires et de l'intervalle entre deux passages de navires. Le bruit peut donc réduire l'espace acoustique des animaux spatialement et temporellement, ce qui peut forcer les animaux à canaliser leurs fonctions vitales durant les périodes moins bruyantes ou à les restreindre à des secteurs moins étendus.

À l'heure actuelle, il n'est pas possible de quantifier, pour les bélugas de l'ESL, les impacts cumulés par des individus fréquentant divers secteurs, ce qui entrave l'estimation de la proportion de la population pouvant être affectée par l'augmentation du trafic. Toutefois, sur la base de mesures acoustiques de courte durée réalisées en 2016 par le MPO dans le fjord du Saguenay lors de transits de navires marchands (Y. Simard, Pêches et Océans Canada, données non publiées), d'un monitorage de plus d'un mois à l'aide d'un réseau acoustique à l'embouchure du fjord en 2009 (Gervaise *et al.* 2012), ainsi que d'un observatoire de la navigation sur la Voie Maritime du Saint-Laurent en 2012-2013 (Simard *et al.* 2016), des estimations du temps de dérangement potentiel des bélugas par la navigation ont été calculées. Les deux fonctions acoustiques considérées sont la communication (bande de 0,2 kHz à 10 kHz) et l'écholocation (> 10 kHz). Le temps où l'empreinte acoustique se distingue clairement du bruit ambiant lors du passage d'un navire marchand est estimé à 34 min pour la bande de communication et à 14 min pour la bande d'écholocation. Dans le tronçon de l'embouchure, où les traversiers opèrent avec un horaire variant selon l'heure du jour, le temps de traversée est de 7,5 min (Gervaise *et al.* 2012) et affecte également les deux bandes de fréquences utilisées par le béluga.

Dans les conditions actuelles en 2016, 225 navires marchands ont transité le long du fjord (i.e. 450 transits ou passages) (WSP 2017a, p. 229). Le nombre de navires additionnels pour le quai multi-usager du terminal nord a été révisé à 140 (*Ibid.*). Celui pour le quai de GNL Québec est de 160 navires additionnels (*Ibid.*). L'accroissement du trafic au quai de Grande-Anse et au quai de Bagotville prévu pour 2030 ajoute 110 navires (*Ibid.*). Au total, on estime à 635 navires (i.e. 1270 transits) qui transiteraient dans le fjord en 2030. Le trafic marchand actuel dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent est d'environ 6000 transits par an.

Sur la base de ces informations, on peut estimer le pourcentage maximal (%) du temps dans l'année où un effet du bruit des navires marchands sur les fonctions de communication et d'écholocation est possible (i.e. le bruit du navire dépasse le bruit ambiant prévalant avant le passage du navire) (Tableaux 1 à 3). Il s'agit d'un estimé conservateur dans le cas où les seuils initiant les effets et leur nature exacte sur le comportement les bélugas restent à préciser.

Tableau 1. Estimation du pourcentage de temps (%) d'effet potentiel sur les fonctions de communication et d'écholocation par la navigation marchande actuelle et projetée pour 1 année pour le tronçon du fjord en amont des 5 km de l'embouchure. F indique le taux d'accroissement de la navigation par rapport à celui de 2016 (Saguenay = 225 navires (i.e. 450 passages), Estuaire maritime = 3000 navires (i.e. 6000 passages)). Les valeurs entre parenthèses sont pondérées par la proportion moyenne de la population observée dans le fjord (i.e. 1,7 % en amont de l'embouchure et 0,5 % à l'embouchure).

Fonction	Durée d'effet (min)	Nombre de navires marchands pour le haut Saguenay par an				
		225 F= 1,0	285 (i.e. +60) F=1,27	365 (i.e. +140) F=1,62	525 (i.e. +300) F=2,33	635 (i.e. +410) F=2,82
Communication	34	2,9 % (0,05 %)	3,7 % (0,06 %)	4,7 % (0,08 %)	6,8 % (0,12 %)	8,2 % (0,14 %)
Echolocation	14	1,2 % (0,02 %)	1,5 % (0,03 %)	1,9 % (0,03 %)	2,8 % (0,05 %)	3,4 % (0,05 %)

Tableau 2. Comme le tableau 1, mais pour le tronçon des 5 km de l'embouchure affecté par le bruit des traversiers actuels.

Fonction	Durée d'effet (min)	Nombre de navires marchands pour le haut Saguenay par an				
		225 F= 1,0	285 (i.e. +60) F=1,27	365 (i.e. +140) F=1,62	525 (i.e. +300) F=2,33	635 (i.e. +410) F=2,82
Communication	34	45,5 % (0,23 %)	46,3 % (0,23 %)	47,3 % (0,24 %)	49,4 % (0,25 %)	50,8 % (0,25 %)
Echolocation	14	43,8 % (0,22 %)	44,1 % (0,22 %)	44,5 % (0,22 %)	45,4 % (0,23 %)	46,0 % (0,23 %)

Tableau 3. Comme le tableau 1, mais pour l'estuaire maritime du Saint-Laurent.

Fonction	Durée d'effet (min)	Nombre de navires marchands pour le haut Saguenay par an				
		225 F= 1,0	285 (i.e. +60) F=1,02	365 (i.e. +140) F=1,05	525 (i.e. +300) F=1,10	635 (i.e. +410) F=1,14
Communication	34	38,8 %	39.6 %	40,6 %	42,7 %	44,1 %
Echolocation	14	16,0 %	16,3 %	16,7 %	17,6 %	18,2 %

Le trafic maritime sur le Saguenay varie en fonction des saisons. Le trafic trimestriel compté à partir de décembre est respectivement de 19 %, 23 %, 26 % et 32 % (WSP 2017a, p. 230). Environ un tiers des jours sont sans transits. La moitié des jours ont 1 à 2 transits. Une proportion de 15 % des jours ont de 3 à 5 transits. Moins de 1 % des jours excèdent 5 transits (WSP 2017a, p. 231). Les moyennes annuelles estimées aux tableaux ci-dessus assument cependant un trafic constant à l'année.

Analyse et réponse

Question 1. Indiquer si l'augmentation associée au trafic maritime causée par le(s) projet(s) risque(nt) de (conclure sur le niveau de risque par « nul, faible ou élevé ») :

a) nuire aux bélugas (individus);

Oui. Le risque de collision associé à cette augmentation du nombre de transits de navires de gros tonnage, se déplaçant sur une trajectoire rectiligne à leur vitesse habituelle, est jugé faible pour le béluga. Toutefois, cette augmentation du trafic maritime risque de nuire aux bélugas fréquentant assidûment le fjord du Saguenay et l'estuaire du Saint-Laurent, parce que les

conditions actuelles de bruit auquel les animaux sont exposés seront altérées. L'augmentation des niveaux de bruit présente peu de risque de créer des surdités temporaires ou permanentes. Par contre, la durée actuelle de la période de conditions sonores silencieuses pour la communication et l'écholocation sera diminuée en proportion de l'augmentation du trafic local. Pour le fjord en amont de l'embouchure, le potentiel maximal que le trafic maritime actuel affecte les communications est estimé à 2,9 % du temps. Il passerait à 8,2 % du temps pour le scénario de trafic total en 2030. Les mêmes estimés pour l'écholocation sont de 1,2 % du temps actuellement et augmenteraient à 3,4 % du temps en 2030. À l'embouchure du fjord, ces estimés sont déjà actuellement de 45,5 % et 43,8 % du temps pour les fonctions de communication et d'écholocation respectivement, en raison du trafic élevé des traversiers. Ils pourraient respectivement augmenter à 50,8 % et 46,0 % du temps. Ces estimés ne prennent cependant pas en compte le trafic des bateaux d'excursion, de plaisance et autres bateaux. Dans l'estuaire maritime, où le trafic maritime est moindre qu'à l'embouchure du fjord, mais plus de 13 fois supérieur à celui du haut Saguenay, les estimés passeraient de 28,8 % à 44,1 % pour la nuisance potentielle aux communications et de 16,0 % à 18,2 % pour l'écholocation. Les estimés de pourcentage de temps d'exposition au bruit réalisées par WSP utilisent des mesures et des postulats différents de ceux du présent avis (WSP 2017b). Ils diffèrent légèrement, mais sont en général cohérents avec ceux du présent avis.

Le niveau de risque pour les individus n'est donc pas nul. Pour savoir s'il est faible ou élevé, il faudrait connaître la probabilité d'une réponse comportementale associée à divers niveaux de trafic maritime et de bruit, ainsi que la sévérité des effets découlant de la réponse comportementale sur la capacité du béluga à mener de manière efficace ses activités routinières. Par rapport aux conditions actuelles, l'analyse montre que l'augmentation du risque d'effet négatif sera plus élevée pour les individus fréquentant le fjord en amont de la zone de l'embouchure.

b) et le cas échéant mettre en péril la survie ou le rétablissement de la population de bélugas ?

Pour jauger le risque de mettre en péril la survie ou le rétablissement de la population de bélugas, il faut prendre en compte son état précaire et son statut actuel « en voie de disparition ». Tout stress additionnel présente donc un risque non négligeable de nuire à son rétablissement et sa survie. Selon les données pluriannuelles du Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent, le trafic additionnel affectera une portion de l'habitat essentiel du béluga qui est assidûment fréquenté par des femelles et des jeunes jusqu'à près de 80 % des jours en été.

Sur la base de la taille des troupeaux rapportée précédemment, la proportion de la population rencontrée à un instant donné dans tout le fjord a été en moyenne de 2,2 % et au maximum le double, soit 4,4 %. Il s'agit ici d'estimations statiques de la proportion de la population dans ces secteurs, car il est documenté qu'il y a des mouvements des individus entre le Saguenay et l'estuaire (Lemieux Lefebvre *et al.* 2012). Par conséquent, il est plus probable d'assumer qu'une proportion de la population plus grande que 2 ou 4 % pourrait être affectée par une augmentation du trafic dans le Saguenay. Toutefois, comme chaque individu ne passe pas tout son temps dans le secteur du Saguenay, la proportion du temps où chaque individu serait affecté par rapport à un individu passant 100 % de son temps dans le Saguenay diminuerait. Pour connaitre le niveau d'exposition au bruit de chaque individu et estimer les effets probables, l'occupation d'autres secteurs plus ou moins insonifiés doit être prise en compte.

Sur la base des données récoltées chez d'autres populations de bélugas, il est probable que les bélugas observés dans le fjord proviennent d'un sous-ensemble particulier de la population et que ce ne sont pas tous les bélugas de l'ESL qui fréquentent ce secteur. La fidélité au site est un comportement fréquent chez les cétacés et qui est aussi documenté pour le béluga (Caron

et Smith 1990, Colbeck *et al.* 2013). Par conséquent, il est également probable que la pression additionnelle liée à l'accroissement de la navigation serait exercée sur un même segment de la population. Ainsi, le risque d'effet négatif demeurerait théoriquement inaltéré pour la portion de la population utilisant les secteurs hors d'effets des projets proposés. Il augmenterait pour les segments de la population fréquentant les secteurs influencés par les projets. Dans l'éventualité où un délaissement temporaire ou permanent du secteur d'effet surviendrait, des effets négatifs se propageraient sur d'autres segments de la population via un déplacement créant une pression additionnelle de compétition pour des habitats favorables.

En postulant la présence d'une population statique dans le fjord, le risque d'effet sur la population est obtenu en multipliant la proportion de la population fréquentant le Saguenay ou son embouchure, par la proportion du temps affectée par le bruit (Tableaux 1 et 2, valeurs entre parenthèses). L'accroissement du risque pour la population suite à l'augmentation de la navigation à l'embouchure, en supposant une population statique (i.e. dont les mouvements sont nuls), est inférieure à 0,02 % tant pour la fonction de communication que celle d'écholocation (Tableau 2). Cet accroissement est plus élevé dans le secteur amont du Saguenay, mais n'excède pas 0,09 % (Tableau 1).

Ces estimés suggèrent que l'accroissement du risque avec l'augmentation de la navigation, bien que non négligeable pour la communication et l'écholocation pour les individus fréquentant le Saguenay, est faible pour la population de l'ESL dans son ensemble parce qu'en moyenne une faible proportion de la population se retrouve à un instant donné dans le fjord par rapport au reste de l'habitat. Il faut cependant prendre en compte que ce risque s'ajoute à ceux déjà existants et qui ont vraisemblablement un rôle à jouer dans l'actuel déclin (et non rétablissement) de cette population qui subit des pressions environnementales multiples, incluant une exposition à des niveaux de bruits plus ou moins élevés selon les secteurs fréquentés.

L'objectif de rétablissement de cette population est d'atteindre un effectif de 7 070 individus, soit plus de 7 fois l'effectif actuel. Cet objectif ne pourra être atteint sans un agrandissement de l'habitat présentement occupé et une recolonisation de secteurs adjacents autrefois utilisés. Le fjord du Saguenay est au nombre de ceux-ci. Augmenter la pression anthropique dans cette portion de l'habitat présente un risque accru de nuire au rétablissement de la population.

c) Si pertinent, préciser quelle fonction du cycle vital, comment elle sera touchée, et durant quelle période de l'année ; veuillez mentionner s'il y a des secteurs plus à risques.

Tel qu'expliqué précédemment, la période de juin à octobre correspond à la période maximale de fréquentation du fjord par les bélugas. En octobre et novembre, le nombre d'individus présents dans le fjord semble diminuer. L'information sur la période hivernale et printanière est déficiente. Dans le contexte du réchauffement planétaire et la diminution de la période de couvert de glace (Galbraith *et al.* 2017), il est vraisemblable que les bélugas puissent modifier leur dispersion hivernale vers l'estuaire maritime et le golfe, ce qui pourrait se traduire par un accroissement de la durée saisonnière de fréquentation du fjord.

Question 2. Aucune mesure d'atténuation pouvant être réalisée par le promoteur n'a été présentée dans l'étude d'impact mise à part la participation de ce dernier au comité du Groupe de travail sur le transport maritime et la protection des mammifères marins dans l'estuaire du Saint-Laurent (G2T3M) du comité de concertation sur la navigation du Plan d'action Saint-Laurent. Veuillez préciser quelles mesures d'atténuation permettraient d'éviter le cas échéant de :

a) mettre en péril la survie ou le rétablissement de la population de bélugas et

Bien que les autres risques associés à la navigation ne soient pas nuls, les effets sur les bélugas sont surtout associés au bruit rayonné par les navires dans leur environnement. Toute action visant à réduire le niveau et la durée de ce bruit dans l'environnement des bélugas permettra d'atténuer les risques d'effets nuisibles. Une liste d'actions possibles est fournie dans un Plan d'action du MPO développé à cet effet (MPO 2018). D'autres ont été récemment examinées par un comité d'expert pour l'orque épaulard résident du sud du Détroit de Georgie (MPO 2017a). Ces actions potentielles qui traitent de la réduction du bruit à la source, ou de la modification spatiale et temporelle de sa distribution dans l'environnement et son chevauchement avec les animaux ne sont pas répétées ici.

Les mesures les plus efficaces sont évidemment la localisation des nouveaux ports à l'extérieur de l'habitat du béluga. Ceci contribuerait à ne pas avoir de stresseurs additionnels à considérer dans les effets anthropiques cumulatifs affectant cette population et son rétablissement.

Le promoteur mentionne la possibilité d'utilisation des navires de Rio Tinto pour acheminer le concentré d'apatite d'Ariane Phosphate sur les marchés internationaux (WSP 2017a, p. 229). Dans l'hypothèse où tout le concentré d'apatite serait transporté par les navires (240 transits/an) alimentant Rio Tinto en bauxite et alumine, l'accroissement des risques pour le béluga par le transport maritime associé au projet de Terminal maritime en rive nord du Saguenay serait nul (WSP 2017b). Toutefois ceci permettrait de ne réduire qu'une part de l'accroissement total du trafic prévu des autres projets et de leurs effets (voir Tableau 1).

La mise en service des nouveaux traversiers, permettant d'éliminer le besoin d'un 3ème traversier en période de pointe estivale (WSP 2017a, p. 228-229), offre l'avantage de réduire le temps affecté par le bruit des traversiers à l'embouchure du fjord. Comme il s'agit de la source dominante du trafic dans le secteur de l'embouchure (Gervaise *et al.* 2012), ce gain pour les mois d'été concernés devrait être significativement notable.

Les mesures de mitigation de restriction spatiale et temporelle pourraient exploiter les changements de l'occupation du fjord par les bélugas, en fonction de la saison, de la période du jour, de la phase de la marée dans les zones les plus fréquentées. Limiter la navigation lorsque la probabilité d'avoir un plus grand nombre d'individus présents limiterait les risques de nuisance. Des informations additionnelles sur la fréquentation nocturne et sur les périodes d'absence de béluga pourraient offrir d'autres plages horaires. Éventuellement, l'intérêt de technologies permettant de suivre en temps réel l'occupation des zones d'intérêt par les bélugas et informer les navigateurs en temps réel pourrait être examiné.

Dans tous les cas décrits précédemment, un suivi à long terme serait requis pour évaluer et suivre les effets des mesures proposées. La série pluriannuelle d'observations estivales du Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent pourra servir de base de comparaison. La poursuite de cette série est souhaitable afin de fournir des indicateurs des fluctuations et des tendances de la fréquentation du fjord par les bélugas.

Les effets d'augmentation de la navigation dans une partie de l'habitat du béluga du Saint-Laurent doivent être examinés en prenant en compte les effets cumulatifs de l'ensemble des autres pressions anthropiques potentiellement nuisibles.

b) de nuire aux bélugas (individus).

Voir a) ci-dessus.

c) Veuillez préciser dans quelle mesure ces mesures d'atténuation permettraient de réduire le niveau de risque en a) et en b) (conclure sur le niveau de risque par « nul, faible ou élevé »)

Les mesures les plus efficaces de mitigation demeurent l'évitement. Dans le cas où il n'y aurait aucun chevauchement entre le trafic généré par les projets proposés et les bélugas, le risque d'effets deviendrait nul. Toutefois, il est très peu probable, voire impossible, qu'une telle absence de chevauchement survienne, excepté la possibilité d'utilisation des navires de Rio Tinto pour le transport du concentré d'apatite du projet de Terminal en rive nord du Saguenay. Des études ont permis de mesurer l'effet de l'augmentation du bruit sur l'espace acoustique des bélugas (e.g., Gervaise *et al.* 2012). Toutefois, nous ne sommes actuellement pas en mesure de quantifier l'ampleur des effets d'une réduction de l'espace acoustique sur les activités vitales des bélugas (ou autres mammifères marins) et leur survie. Cette population est déjà en déclin et subit des pressions anthropiques et naturelles multiples. Les projets proposés augmenteront le trafic dans une partie de l'habitat essentiel peu insonifié actuellement et les conséquences de ceci, peu importe les mesures d'atténuation appliquées (exceptés la totale absence de chevauchement), entrainera une augmentation du bruit et de l'exposition des bélugas. On ne peut exclure des risques élevés compte tenu de l'état actuel de la population en déclin pour laquelle le bruit a été identifié comme un des facteurs de risques (Williams *et al.* 2017; MPO 2014).

Question 3. D'autres espèces de mammifères marins dans le fjord du Saguenay et l'estuaire du Saint-Laurent sont-elles susceptibles d'être touchées par l'augmentation du trafic maritime causée par le(s) projet(s) ?

a) Si oui, quelles espèces ?

Le petit rorqual est l'autre espèce de cétacés la plus fréquemment rencontrée dans le fjord, surtout à l'embouchure, mais également dans la portion aval du fjord (Conversano 2013). Des phoques communs fréquentent aussi régulièrement le fjord (Robillard *et al.* 2005). D'autres espèces ne sont rencontrées qu'occasionnellement.

L'estuaire maritime par contre est fréquenté par plus d'une dizaine d'espèces de mammifères marins (Lesage *et al.* 2007) qui sont susceptibles d'être affectées par l'augmentation du trafic, incluant d'autres espèces en péril comme le rorqual bleu, le rorqual commun, le marsouin commun et occasionnellement la baleine noire. Le phoque gris y est présent en été et le phoque du Groenland en hiver.

Le risque de collision associé à l'augmentation du nombre de transits de navires de gros tonnage est jugé faible pour le marsouin commun et le dauphin à flanc blanc. Par contre, le risque de blessure ou de collision mortelle est réel pour les baleines de grande taille, telles que les rorquals qui fréquentent l'ESL (rorqual commun, rorqual bleu, rorqual à bosse et petit rorqual).

b) L'évaluation des risques et les mesures d'atténuation prévues pour le béluga s'appliquent-elles à ces espèces ? Sinon, quels seraient les effets et les mesures d'atténuation appropriées ?

Oui, les risques et mesures d'atténuation possibles citées plus haut s'appliquent en partie à ces espèces. L'écholocation est cependant une fonction non observée chez les mysticètes (baleines à fanons), qui, contrairement au béluga, sont spécialisés dans l'usage des basses fréquences (< ~ 5kHz) (Au et Hastings 2008) où le bruit de navigation est le plus élevé. Également, l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent sont des bassins de plus grande taille que le fjord du Saguenay et le bruit de basse fréquence de la navigation s'y propage sur des distances qui peuvent dépasser 100 km (cf. Aulanier *et al.* 2016b). Le bruit de l'accroissement de trafic s'ajoutera au bruit actuel du trafic maritime du Saint-Laurent. Le facteur d'accroissement pourra atteindre 1,14 en 2030 (facteur F, Tableau 3). De plus l'accroissement du trafic maritime augmentera le risque de collision avec les grands cétacés.

Conclusions

Le trafic maritime et le bruit chronique qu'il génère et qui se propage sur de grandes distances est une préoccupation mondiale. Il est considéré comme une forme de dégradation de l'habitat plutôt qu'un stresseur suscitant des réactions comportementales dont la sévérité augmente en fonction de la dose reçue. L'univers des bélugas et autres cétacés étant hautement acoustique, les effets du trafic maritime se traduisent par un rétrécissement dans le temps et l'espace de leur monde, que l'on appelle leur espace acoustique. La diminution de cet espace peut se traduire en des pertes d'opportunité, que ce soit de se nourrir ou de le faire efficacement, de détecter des congénères ou communiquer avec eux, ou encore de détecter des dangers. Une interférence occasionnelle avec ces fonctions vitales n'est pas susceptible d'avoir des effets à long terme sur la reproduction ou la survie. C'est la répétition de ces pertes d'opportunités, lorsque cumulées sur plusieurs jours ou durant des périodes cruciales du cycle annuel, qui peut mener à des répercussions mesurables sur les paramètres vitaux. Ceci a été démontré notamment chez certaines populations de dauphins et de baleines à bec exposées de manière répétée aux activités d'observations en mer ou à des tests acoustiques de la marine (Lusseau et Bejder 2007).

Le béluga est exposé dans l'ESL de manière chronique au bruit des navires marchands qui génèrent environ 6 000 transits par an. À ceux-ci s'ajoutent des dizaines de milliers de transits effectués par cinq lignes de traversiers qui opèrent dans divers secteurs de son habitat d'été (cf. Simard *et al.* 2014), ainsi que plusieurs centaines de transits occasionnés par les multiples départs journaliers de l'industrie d'observation des mammifères marins et les plaisanciers qui opèrent également dans le secteur. Bien qu'un portrait global du bruit dans l'habitat du béluga n'est actuellement pas disponible, les niveaux de bruit ont été caractérisés pour certains secteurs (Simard *et al.* 2010a, McQuinn *et al.* 2011, Gervaise *et al.* 2012, Simard et Roy 2013, Roy et Simard 2015, Aulanier *et al.* 2016b). Il ressort de ces études que l'habitat du béluga est hétérogène en termes de niveaux de bruit ambiant et comporte certains secteurs comme le fjord du Saguenay et les habitats au sud des iles centrales de l'estuaire qui sont peu insonifiés, et d'autres secteurs comme les corridors de navigation dans le chenal Laurentien dans l'estuaire maritime et le chenal nord dans l'estuaire moyen ainsi que l'embouchure du Saguenay qui sont hautement insonifiés et de manière chronique. L'effet de cette insonification chronique sur l'espace acoustique du béluga a été mesuré à l'embouchure du Saguenay; il se traduit par un espace de communication réduit à 30 % de sa valeur sans navire pendant la moitié du temps, et à un espace correspondant à 15 % de ce qu'il est en absence de navires pendant le quart du temps (Gervaise *et al.* 2012). Bien qu'une analyse quantitative des effets probables de cette réduction de l'espace acoustique du béluga n'ait pu être complétée dans le cadre du présent avis, il est difficile de présumer qu'un tel niveau de trafic soutenu ne résulterait pas en des pertes d'opportunités pour le béluga. Par ailleurs, la préservation d'habitats hautement fréquentés, mais peu insonifiés permet d'offrir aux animaux des fenêtres spatiales et temporelles pour effectuer efficacement leur activités (Williams *et al.* 2015). Les habitats de la rive sud et du Saguenay sont actuellement peu insonifiés compte tenu du faible niveau de navires circulant actuellement dans ces secteurs.

Les deux projets de ports dans le Saguenay tripleront le trafic actuel dans le Saguenay pour le faire passer de 450 à près de 1 300 transits par an, ce qui aura également pour effet d'ajouter environ 1 000 transits aux 6 000 transits actuels de navires marchands dans l'ESL. C'est dire que ces deux projets augmenteront à eux seuls, de 10 % le trafic marchand total dans l'ESL et l'habitat du béluga. Cette augmentation notable du trafic aura pour conséquence d'augmenter le niveau de bruit ambiant et de réduire les fenêtres temporelles et spatiale d'opportunités pour les bélugas dans le Saguenay, son embouchure et dans l'estuaire maritime. Le risque de collision avec les grands cétacés, notamment les espèces en péril (la baleine noire, le rorqual bleu et le

rorqual commun), sera aussi augmenté. Nous avons déterminé dans cet avis que ces augmentations de trafic sont susceptibles de nuire à la communication et à l'écholocalisation des bélugas, en augmentant de 2 à 5 % le pourcentage du temps où des effets potentiels sur des fonctions vitales pourraient survenir. Dans certains secteurs comme l'embouchure du Saguenay ou le chenal nord de l'estuaire, cette augmentation se cumule à celles générées par le fort volume actuel de trafic qui, de 39 à 46 % du temps, peut déjà avoir des effets sur la communication ou l'écholocation des bélugas.

Le plan de rétablissement du béluga de l'ESL prévoyait un certain nombre de mesures afin de réduire le bruit dans l'habitat du béluga (MPO 2012). Une révision de ce plan et de son efficacité a conclu que les mesures proposées ont échoué à rencontrer cet objectif (MPO 2017b). Les projets proposés ne contribueront pas à l'atteinte de cet objectif. À l'inverse, l'insonification plus fréquente d'un secteur actuellement peu insonifié (le Saguenay) et l'augmentation de 10 % du trafic dans l'estuaire maritime iront à l'encontre des objectifs de rétablissement et des mesures récemment proposées pour minimiser les effets du stresseur bruit. Bien que l'effet de ces projets sur la trajectoire de la population ne puisse être estimé dans le cadre de cet avis, il est fortement improbable qu'ils soient bénéfiques pour les individus ou qu'ils favorisent le rétablissement de la population.

Dans un contexte de gestion stratégique des niveaux de bruit dans l'ESL, les possibilités de réduire globalement le bruit ou du moins, assurer qu'aucune augmentation nette de bruit ne résulte de ce projet pourraient être examinées de deux trois façons. Premièrement, le transport du concentré d'apatite par les navires de Rio Tinto, proposé par le promoteur, annulerait le bruit de navigation qu'introduirait autrement le projet concerné. Deuxièmement, le bruit généré par des sources majeures actuellement en opération pourrait être réduit afin de permettre l'introduction de nouvelles sources. Des gains effectués par exemple à l'embouchure du Saguenay pourraient contribuer à compenser les pertes causées dans le Saguenay par la hausse de trafic, puisque cette hausse de trafic est susceptible d'affecter le même segment de la population de bélugas. Troisièmement, des mesures d'atténuation du bruit pourraient également être examinées afin de réduire l'empreinte acoustique de ces deux projets. A titre d'exemple, l'exportation des ressources de la mine d'apatite via le fjord du Saguenay peut-elle être évitée en considérant des voies d'exportation alternatives et terrestres? Pour les transits obligés via le Saguenay, diverses mesures visant le design des navires (rénovation ou ingénierie de construction) ou les opérations contribuant à la réduction du bruit à la source ou à l'augmentation des fenêtres silencieuses pour les bélugas devraient être examinées.

Cet avis fournit des calculs visant à estimer le temps pendant lequel les fonctions de communication et d'écholocation d'un béluga situé dans l'une ou l'autre partie de l'aire d'étude pourraient être perturbées par l'augmentation des transits dans l'ESL et le fjord du Saguenay. Toutefois, une évaluation complète des impacts de ce trafic additionnel sur le béluga, que ce soit au niveau de l'individu ou de la population, passe obligatoirement par une analyse cumulative de l'exposition au bruit qui tient compte des mouvements individuels et de la fréquentation des divers secteurs. Le nombre d'individus dont la condition physique pourrait être négativement affectée suite à des pertes d'opportunités permettrait d'estimer l'effet probable sur la production de jeunes et la survie de l'individu, ainsi que sur la trajectoire de la population (en tenant compte du sexe et du nombre d'individus affectés). Cette information n'était pas disponible au moment de produire cet avis.

Collaborateurs

Nom	Affiliation
Cyr, Charley	MPO, Sciences, Région du Québec
Gosselin, Jean-François	MPO, Sciences, Région du Québec
Hammill, Mike	MPO, Sciences, Région du Québec
Lesage, Véronique	MPO, Sciences, Région du Québec
Roy, Nathalie	MPO, Sciences, Région du Québec
Simard, Yvan	MPO, Sciences, Région du Québec

Approuvé par

Yves de Lafontaine
Directeur régional, Sciences
Région du Québec
Pêches et Océans Canada

Date : 9 février 2018

Sources de renseignements

Au, D., et Perryman, W. 1982. Movement and speed of dolphins schools responding to an approaching ship. Fish. Bull. U.S. 80: 397-400.

Au, W.W.L. 1993. The Sonar of Dolphins. Springer-Verlag, New York.

Au, W.W.L., et Hastings, M.C. 2008. Principles of marine bioacoustics. Springer, New York.

Aulanier, F., Simard, Y., Roy, N., Bandet, M., et Gervaise, C. 2016a. Groundtruthed probabilistic shipping noise modeling and mapping: Application to blue whale habitat in the Gulf of St. Lawrence. Proc. Mtgs Acoust. 27(1): 070006.

Aulanier, F., Simard, Y., Roy, N., Gervaise, C., et Bandet, M. 2016b. Spatio-temporal exposure of blue whale habitats to shipping noise in St. Lawrence system. DFO Can. Sc. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/090. vi + 26 p.

Beck, S., O'Connor, I., Berrow, S., et O'Brien, J. 2013. Assessment and monitoring of ocean noise in Irish waters. STRIVE Report Series 120. Environmental Protection Agency, Wexford, Ireland.

Boivin, Y., et INESL. 1990. Survols aériens pour l'estimation de la distribution saisonnière et des déplacements des bélugas. INESL, Institut National d'Écotoxicologie du Saint-Laurent, 5040 Mentana, Montréal, QC, CAN. H2J 3C3

Canada-Gazette. 2016. Critical habitat of the beluga whale (*Delphinapterus leucas*) St. Lawrence Estuary population order. Govt. of Canada, Ottawa. pp. 1489-1508.

Caron, L.M.J., et Smith, T.G. 1990. Philopatry and site tenacity of belugas, *Delphinapterus leucas*, hunted by the Inuit at the Nastapoka estuary, eastern Hudson Bay. In Advances in research on the beluga whale, *Delphinapterus leucas*. Edited by T.G. Smith, St. Aubin, D.J., Geraci, J.R. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. pp. 69-79.

Colbeck, G.J., Duchesne, P.D., Postma, L., Lesage, V., Hammill, M.O., et Turgeon, J. 2013. Groups of related belugas (*Delphinapterus leucas*) travel together during their seasonal migrations in and around Hudson Bay. Proc. of the Royal Soc. of London B 280.

Conn, P.B., et Silber, G.K. 2013. Vessel speed restrictions reduce risk of collision-related mortality for North Atlantic right whales. Ecosph. (4): 1-15.

Conversano, M. 2013. Utilisation d'un habitat particulier par le béluga (*Delphinapterus leucas*) du Saint-Laurent: fréquentation interannuelle, saisonnière, circadienne et tidale de l'embouchure du Saguenay. Thèse M.Sc. ISMER, Université du Québec à Rimouski. xxx + 191 p

Conversano, M., Turgeon, S., et Ménard, N. 2017. Caractérisation de l'utilisation de l'embouchure du Saguenay et de la baie Sainte-Marguerite par le béluga du Saint-Laurent et par le trafic maritime entre 2003 et 2016; Analyse des données d'observation terrestre et recommandations sur des mesures de gestion visant à réduire le dérangement dans les aires de haute résidence du béluga dans le parc marin du Saguenay–Saint-Laurent. Parcs Canada, Parc Marin du Saquenay-Saint-Laurent, Tadoussac, QC.

COSEPAC. 2004. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le béluga (*Delphinapterus leucas*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa.

COSEPAC. 2014. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le béluga (*Delphinapterus leucas*), population de l'estuaire du Saint-Laurent, au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa.

Erbe, C., Reichmuth, C., Cunningham, K., Lucke, K., et Dooling, R. 2016. Communication masking in marine mammals: A review and research strategy. Mar. Poll. Bull. 103(1-2):15-38.

Faucher, A. 1988. The vocal repertoire of the St. Lawrence estuary population of beluga whale (*Delphinapterus leucas*) and its behavioral, social and environmental contexts. M.Sc. Thesis, Dalhousie University, Halifax.

Finneran, J.J., Carder, D.A., Dear, R., Belting, T., McBain, J., Dalton, L., et Ridgway, S.H. 2005. Pure tone audiograms and possible aminoglycoside-induced hearing loss in belugas (*Delphinapterus leucas*). J. Acoust. Soc. Am. 117(6): 3936-3943.

Galbraith, P.S., Chassé, J., Caverhill, C., Nicot, P., Gilbert, D., Pettigrew, B., L, Lefaivre, D., Brickman, D., Pettigrew, B., Devine, L., et Lafleur, C. 2017. Physical Oceanographic Conditions in the Gulf of St. Lawrence in 2016. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/044.

Gervaise, C., Simard, Y., Roy, N., Kinda, B., et Menard, N. 2012. Shipping noise in whale habitat: characteristics, sources, budget, and impact on belugas in Saguenay - St. Lawrence Marine Park hub. J. Acoust. Soc. Am. 132: 76-89.

Gomez, C., Lawson, J., Wright, A.J., Buren, A., Tollit, D., et Lesage, V. 2016. A systematic review on the behavioural responses of wild marine mammals to noise: the disparity between science and policy. Can. J. Zool. 94: 801-819.

Gosselin, J.-F., Hammill, M.O., Mosnier, A. and Lesage, V. 2017. Abundance index of St. Lawrence Estuary beluga, *Delphinapterus leucas*, from aerial visual surveys flown in August 2014 and an update on reported deaths. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/019. v + 28 p.

Jensen, A.S., et Silber, G.K. 2003. Large whale ship strike database. NOAA Technical Memorandum. NMFS-OPR-25.

Kuker, K.J., Thompson, J.A., et Tschetcher, U. 2005. 2005. Novel surface feeding tactics of Minke whales, *Balaenoptera acutorostrata*, in the Saguenay-St. Lawrence National Marine Park. Can. Field-Naturalist 119: 214-218.

Laist, D.W., Knowlton, A.R., Mead, J.G., Collet, A.S., et Podesta, M. 2001. Collisions between ships and whales. Mar. Mamm. Sci. 17(1): 35-75.

Lawson, J.W., et Gosselin, J.F. 2009. Distribution and preliminary abundance estimates for cetaceans seen during Canada's marine megafauna survey - A component of the 2007 TNASS. DFO Can. Sci. Advis. Sec., Res. Doc. 2009/031. vi + 28 p.

Le Bot, O., Simard, Y., Roy, N., Mars, J.I., et Gervaise, C. 2016. Whistle source levels of free-ranging beluga whales in Saguenay-St. Lawrence marine park. J. Acoust. Soc. Am. 140(1): EL89-EL93.

Lemieux Lefebvre, S., Michaud, R., Lesage, V., et Berteaux, D. 2012. Identifying high residency areas of the threatened St. Lawrence beluga whale from fine-scale movements of individuals and coarse-scale movements of herds. Mar. Ecol. Prog. Ser. 450: 243-257.

Lesage, V., Gosselin, J.-F., Hammill, M.O., Kingsley, M.C.S., et Lawson, J.W. 2007. Ecologically and Biologically Significant Areas (EBSAs) in the Estuary and Gulf of St. Lawrence – A marine mammal perspective. DFO Can. Sci. Advis. Sec., Res. Doc. 2007/046.

Loughlin, T.R. 1994. Marine Mammals and the Exxon Valdez Elsevier Inc.

Lusseau, D., et Bejder, L. 2007. The long-term consequences of short-term responses to disturbance: Experiences from whalewatching impact assessment. J. Comp. Physiol. (20): 228-236.

McQuinn, I.H., Lesage, V., Carrier, D., Larrivee, G., Samson, Y., Chartrand, S., Michaud, R., et Theriault, J. 2011. A threatened beluga (*Delphinapterus leucas*) population in the traffic lane: Vessel-generated noise characteristics of the Saguenay-St. Lawrence Marine Park, Canada. J. Acoust. Soc. Amer. 130(6): 3661-3673.

Michaud, R. 1993. Distribution estivale du béluga du Saint-Laurent; synthèse 1986 à 1992. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1906. vi + 28 p.

Michaud, R., et Chadenet, V. 1990. Survols aériens pour l'estimation de la distribution printanière et des déplacements des bélugas du Saint-Laurent. Préparé par l'Institut National d'Écotoxicologie du Saint-Laurent, pour Pêches et Océans Canada. Disponible à l'Institut Maurice Lamontagne, P.O. Box 1000, 850 Route de la mer, Mont-Joli, QC, CAN, G5H 3Z4. .

Mosnier, A., Lesage, V., Gosselin, J.-F., Lemieux Lefebvre, S., Hammill, M.O., et Doniol-Valcroze, T. 2010. Information relevant to the documentation of habitat use by St. Lawrence beluga (*Delphinapterus leucas*), and quantification of habitat quality. DFO Can. Sci. Advis. Sec., Res. Doc. 2009/098. iv + 35 p.

Mosnier, A., Doniol-Valcroze, T., Gosselin, J.F., Lesage, V., Measures, L.N., et Hammill, M.O. 2015. Insights into processes of population decline using an integrated population model: The case of the St. Lawrence Estuary beluga (*Delphinapterus leucas*). Ecol. Modelling 314: 15-31.

Mosnier, A., Larocque, R., Lebeuf, M., Gosselin, J.-F., Dubé, S., Lapointe, V., Lesage, V., Lefaivre, D., Senneville, S., Chion, C. 2016. Définition et caractérisation de l'habitat du béluga (*Delphinapterus leucas*) de l'estuaire du Saint-Laurent selon une approche écosystémique. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2016/052. vi + 93 p

MPO. 2012. Programme de rétablissement du béluga (Delphinapterus leucas), population de l'estuaire du Saint-Laurent au Canada, Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril. Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Ottawa.

MPO. 2014. Situation du béluga (*Delphinapterus leucas*) de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2013/076.

MPO. 2015. Séquences des effets du transport maritime : un aperçu. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/059.

MPO. 2017a. Examen technique de l'énoncé des incidences environnementales sur le Terminal 2 à Roberts Bank et rapport complémentaire sur la navigation maritime : Effets sur les mammifères marins. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2017/001.

MPO. 2017b. Examen de l'efficacité des mesures de rétablissement concernant le béluga de l'estuaire du Saint-Laurent. Rapport préparé pour Pêches et Océans Canada, Ottawa.

MPO. 2018. Plan d'action pour réduire l'impact du bruit sur le béluga et les autres mammifères marins en péril de l'estuaire du Saint-Laurent. Série de Plans d'action de la *Loi sur les espèces en péril*. Pêches et Océans Canada, Ottawa.

NOAA. 2016. Technical guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing. Underwater acoustic thresholds for onset of permanent and temporary threshold shifts. NOAA Technical Memorandum, Silver Spring, MD 20910.

Panigada, S., Pesante, G., Zanardelli, M., Capoulade, F., Gannier, A., et Weinrich, M.T. 2006. Mediterranean fin whales at risk from fatal ship strikes. Mar. Poll. Bull. 52(10): 1287-1298.

Robillard, A., Lesage, V., et Hammill, M.O. 2005. Distribution and abundance of harbour seals (*Phoca vitulina concolor*) and grey seals (*Halichoerus grypus*) in the Estuary and Gulf of St. Lawrence during 1994–2001. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2613. 152 pp.

Rossiter, W. 2006. In the presence of whales, dolphins and porpoises. Whales Alive. CSI. p. 5.

Roy, N., et Simard, Y. 2015. Bruit ambiant et fréquentation de la région de Cacouna par le béluga du Saint-Laurent à l'été 2014 par monitorage acoustique continu. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 3141.

Roy, N., Simard, Y., et Gervaise, C. 2010. 3D tracking of foraging belugas from their clicks: Experiment from a coastal hydrophone array. Appl. Acoust. 71: 1050-1056.

Schevill, W.E., et Lawrence, B. 1949. Underwater listening to the white porpoise (*Delphinapterus leucas*). Science 109: 143–144.

Sears, R., et Williamson, J.M. 1982. A preliminary aerial survey of marine mammals for the Gulf of the St Lawrence to determine their distribution and relative abundance. Mingan Island Cetacean Study (MICS Project M06), Falmouth, MA and Sept-Iles, Quebec. Disponible à l'Institut Maurice Lamontagne, C.P. 1000 / P.O. Box 1000, 850 Route de la mer, Mont-Joli, QC, CAN, G5H 3Z4.

Sergeant, D.E. 1991. Harp seals, man and ice. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 114: 153 p.

Silber, G.K., Vanderlaan, A.S.M., Tejedor Arceredillo, A., Johnson, L., Taggart, C.T., Brown, M.W., Bettridge, S., et Sagarminaga, R. 2012. The role of the International Maritime Organization in reducing vessel threat to whales: Process, options, action and effectiveness. Mar. Policy 36 (1221-1233).

Simard, Y., et Roy, N. 2013. Évaluation du rôle de l'activité humaine, Section 5.3.1 : Bruit, navigation. In Rapport intégré de l'initiative de recherche écosystémique (IRÉ) de la région du Québec pour le projet : les espèces fourragères responsables de la présence des rorquals dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2013/086. vi + 181 p.

Simard, Y., Lepage, R., et Gervaise, C. 2010a. Anthropogenic sound exposure of marine mammals from seaways: Estimates for lower St. Lawrence Seaway, eastern Canada. Appl. Acoust. 71: 1093-1098.

Simard, Y., Roy, N., Giard, S., Gervaise, C., Conversano, M., et Ménard, N. 2010b. Estimating whale density from their whistling activity: example with St. Lawrence beluga. Appl. Acoust. 71: 1081-1086.

Simard, Y., Roy, N., Giard, S., et Yayla, M. 2014. Canadian year-round shipping traffic atlas for 2013: Volume 1, East Coast marine waters. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3091(Vol.1)E: xviii + 327 pp.

Simard, Y., Roy, N., Gervaise, C., et Giard, S. 2016. Analysis and modeling of 255 source levels of merchant ships from an acoustic observatory along St. Lawrence Seaway. J. Acoust. Soc. Am. 140(3): 2002-2018.

Sjare, B.L., et Smith, T.G. 1986. The vocal repertoire of White whales, *Delphinapterus leucas*, summering in Cunningham, Inlet, Northwest Territories. Can. J. Zool. 64: 407-415.

Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene Jr, C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A., et Tyack, P.L. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations. Aquat. Mamm. 33(4): 410-522.

van Waerebeek, K., et Leaper, R. 2008. Second report of the IWC vessel strike standardisation working group. In Scientific Committee 60th Annual Meeting. Edited by I.W. Comm., Santiago, Chile.

van Waerebeek, K., Baker, A.N., Félix, F., Gedamke, J., Iñiguez, M., Sanino, G.P., Secchi, E., Sutaria, D., van Helden, A., et Wang, Y. 2007. Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the Southern Hemisphere, an initial assessment. Latin Amer. J. Mar. Mamm. 6(1): 43-69.

Vanderlaan, A.S.M., et Taggart, C.T. 2007. Vessel collisions with whales: The probability of lethal injury based on vessel speed. Mar. Mamm. Sci. 23(1): 144-156.

Weilgart, L.S. 2007. The impacts of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implications for management. Can. J. Zool. 85(11): 1091-1116.

Wiley, D.N., Thompson, M., Pace III, R.M., and Levenson, J. 2011. Modeling speed restrictions to mitigate lethal collisions between ships and whales in the Stellwagen Bank National Marine Sanctuary, USA. Biol. Conserv. 144: 2377–2381.

Williams, R., Gero, S., Bejder, L., Calambokidis, J., Kraus, S.D., Lusseau, D., Read, A.J., et Robbins, J. 2011. Underestimating the damage: interpreting cetacean carcass recoveries in the context of the Deepwater Horizon/BP incident. Conserv. Letters 4(3): 228-233.

Williams, R., Erbe, C., Ashe, E., et Clark, C.W. 2015. Quiet(er) marine protected areas. Mar. Poll. Bull. 100(1): 154-161.

Williams, R., Lacy, R.C., Ashe, E., Hall, A., Lehoux, C., Lesage, V., McQuinn, I., et Plourde, S. 2017. Predicting responses of St. Lawrence beluga to environmental change and anthropogenic threats to orient effective management actions. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/027. v + 44 p.

WSP. 2017a. Terminal maritime en rive nord du Saguenay. Étude d'impact environnemental. Réponses à la demande d'information no 1 de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale. Rapport produit pour l'Administration portuaire du Saguenay

WSP. 2017b. Terminal maritime en rive nord du Saguenay. Évaluation des effets de l'accroissement du trafic maritime sur l'ambiance sonore subaquatique dans le Saguenay. Rapport produit pour l'Administration portuaire du Saguenay

Wursig, B., Iynn, S.K., Jefferson, T.A., et Mullin, K.D. 1998. Behaviour of cetaceans in the northern Gulf of Mexico relative to survey ships and aircraft. Aquat. Mamm. 24: 41-50.

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Québec
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000
Mont-Joli (Québec)
Canada G5H 3Z4

Téléphone : (418) 775-0825
Courriel : bras@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2018

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2018. Effets potentiels des projets de construction de terminaux maritimes dans le fjord du Saguenay sur le béluga du Saint-Laurent et son habitat. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2018/025.

Also available in English:

DFO. 2018. Potential effects of the construction of marine terminals in the Saguenay fjord on St.Lawrence beluga and its habitat. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2018/025.